

**О.В. ШЕВЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук  
**О.Г. АФАНАСЬЄВА**, кандидат сільськогосподарських наук  
**С.П. КРИВОШЕЄВ**, кандидат сільськогосподарських наук  
**Д.С. ЗЛЕНКО**  
**І.В. ГРИГОРЕНКО**

Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України,  
вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна

## **ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА РІСТ *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM* (LIB.) DE BARY IN VITRO**

---

**Мета.** Визначення оптимальних температурних умов для росту міцелію та утворення склероціїв збудника білої гнилі *Sclerotinia sclerotiorum* в лабораторних умовах на картопляно-глюкозному агарі (КГА). **Методи.** Використовували лабораторний, аналітичний та статистичний методи. Дослідження проводили з використанням ізоляту, виділеного з ураженого кошика соняшнику. Вивчали ріст міцелію та формування склероціїв у температурному діапазоні від 5 до 30°C. **Результати.** Встановлено, що патоген здатний розвиватися в діапазоні температур 5—25°C, а за 30°C ріст міцелію повністю припиняється. Найшвидший ріст колоній спостерігали за температури 25°C, однак найбільша кількість склероціїв формувалась при 20°C. Максимальну масу склероціїв фіксували за температури 15°C. Виявлено істотні відмінності у швидкості росту колоній та формуванні склероціїв залежно від температури. Найвищою радіальною швидкістю росту була за температури 20 та 25°C, найнижчою — за 5°C. У цьому діапазоні температур встановлено чітку залежність між температурою та швидкістю росту міцелію: зі зниженням температури темпи росту зменшувались, а терміни формування склероціїв збільшувались. Найбільша кількість склероціїв утворювалась при культивуванні за температури 20°C. Підвищення та зниження температури призводило до зменшення їхньої кількості. Щодо розміру склероціїв спостерігалась інша тенденція. Найбільші за масою склероції формувались за культивування при 15°C, їхні розміри зменшувались як за підвищення, так і за зниження температури. Окремо досліджували вплив попереднього низькотемпературного культивування (при 5°C) на подальший ріст збудника. Отримані результати показали, що воно не призводило до істотних змін у рості колоній збудника. **Висновок.**

*S. sclerotiorum* здатний розвиватися за температури 5—25°C. Оптимальною для культивування на картопляно-глюкозному агарі в умовах *in vitro* є температура 20°C, що забезпечує як швидке наростання міцелію збудника, так і формування більшої кількості склероцій. Отримані результати можуть бути використані при розробці методик напрацювання інфекційного матеріалу для створення штучних інфекційних фонів у фітопатологічних дослідженнях, а також для вивчення біології збудника в контексті змін кліматичних умов.

**біла гниль; регламенти культивування; температура; ріст міцелію; формування склероцій**

*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Vary є повсюдно поширеним патогеном, який уражує рослини багатьох родин, зокрема Пасльонові, Капустяні, Селерові, Айстрові, Лободові, Бобові, Щирицеві [1, 2]. Загалом згідно з оцінкою Derbyshire et al [3] документально підтвердженими рослинами-живителями *S. sclerotiorum* є 425 видів з 74 родин. Збудник здатен уражувати різні частини рослин — листя, стебла, суцвіття, плоди, викликаючи хворобу, яка має назву «біла гниль», та завдавати серйозних втрат. Біла гниль вважається однією з найбільш економічно значимих хвороб сільськогосподарських культур в регіонах з помірним, субтропічним та тропічним кліматом [1].

Втрати врожаю від білої гнилі на різних сільськогосподарських культурах варіюють в середньому в межах 10—20%, проте за сприятливих умов на ріпаку, сої, соняшнику можуть становити 50—80% [4—7]. На овочевих і плодкових культурах втрати пов'язані ще й з гниттям зараженої продукції в полі до збирання врожаю, а також під час зберігання.

У вологу погоду гриб продовжує розвиватися на післяжнивних рештках рослин, формуючи на них чисельні склероції. Більшість склероцій гриба разом з рослинними рештками потрапляють у ґрунт, де зберігають свою життєздатність до 7—10 років [6, 7].

Вважається, що оптимальними умовами для розвитку хвороби є підвищена вологість за температури повітря в межах 15—22°C. Особливо небезпечними є довготривалі дощі, роса та висока вологість повітря, які створюють сприятливе середовище для проростання склероцій та інфікування рослин. Дослідники Michael et al [8] роблять висновок, що умови навколишнього середовища, зокрема температура, під час інокуляції мають значний вплив на ураження та розвиток склероцій. Barbetti et al [9] також зазначають, що підвищення температури може призводити до зростання розвитку хвороб.

Щодо *S. sclerotiorum* повідомляється про досить широкий діапазон температур, в яких може відбуватися розвиток патогену. Для салату вказується як оптимальне значення для розвитку хвороби 16—27°C

[10], для ріпаку — 16—22°C з можливістю ураження в межах температури від 7 до 26°C [11].

Дослідження щодо проростання склероціїв *S. sclerotiorum* у вигляді міцелію показали, що воно може стимулюватися впливом екстремальних температур [12, 13]. Також зазначається, що коливання температури можуть впливати на форму та розмір склероціїв [14].

Вивчення ізолятів *S. sclerotiorum* у чистій культурі відіграє ключову роль у створенні дієвих заходів для протидії ураженню. У процесі культивування патогена в умовах *in vitro* особливе значення має вибір оптимальних параметрів, таких як температура.

**Метою досліджень** було визначити оптимальну температуру для культивування збудника білої гнилі та утворення склероціїв.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили в лабораторії фітопатології Інституту захисту рослин НААН. У дослідженнях використовували ізолят *S. sclerotiorum* Sc24/18/2, виділений із кошика соняшнику, ураженого білою гниллю. Для виділення гриба в чисту культуру зібрані склероції піддавали поверхневій стерилізації етиловим спиртом впродовж 60 с з наступним 3-разовим промиванням дистильованою водою. Після чого їх поодиночки розміщували в чашки Петрі з картопляно-глюкозним агаром (КГА) та інкубували у темряві протягом 3 діб за температури  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Кінчик гіфи переносили на нову чашку з середовищем. Для отримання чистої культури цю маніпуляцію здійснювали тричі [15].

Дослідження проводили в градієнті температур від 5 до 30°C. Повторення досліду — восьмиразове. Дослід повторювали двічі. Інокуляцію здійснювали в центр чашки Петрі діаметром 85 мм, використовуючи для цього 3-денну культуру збудника. Розміри колоній визначали на 1, 2, 3, 7, 10 та 15 добу, проводячи вимірювання діаметра кожної з них двічі під кутом 90°. Підраховували кількість склероціїв та визначали їхню масу на 15-й день.

Швидкість радіального росту визначали за формулою:

$$V = (r_2 - r_1)/(t_2 - t_1),$$

де  $r_1$  — радіус колонії в період  $t_1$ , мм;  $r_2$  — радіус колонії в період  $t_2$ , мм;  $t_1$  та  $t_2$  — відповідно, початковий та кінцевий термін спостережень [16].

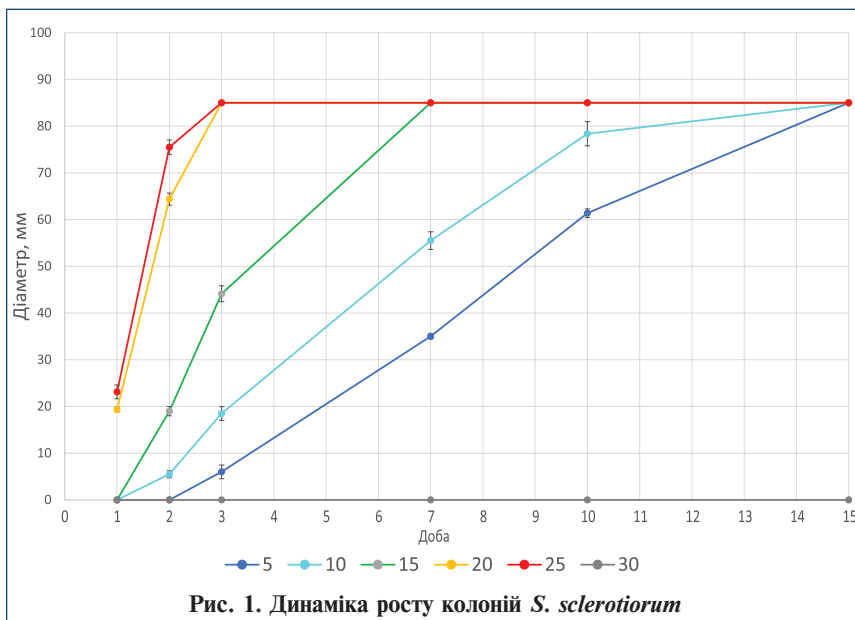
Для дослідження впливу низькотемпературного культивування на ріст колоній *S. sclerotiorum* спочатку інокульовані чашки Петрі витримували за температури 5°C і після того, як їх розмір досягав  $\frac{3}{4}$  чашки, використовували для інокуляції [17]. Одержані культури інкубували при 25°C й у такі ж строки, як було описано вище, визначали їхні розміри.

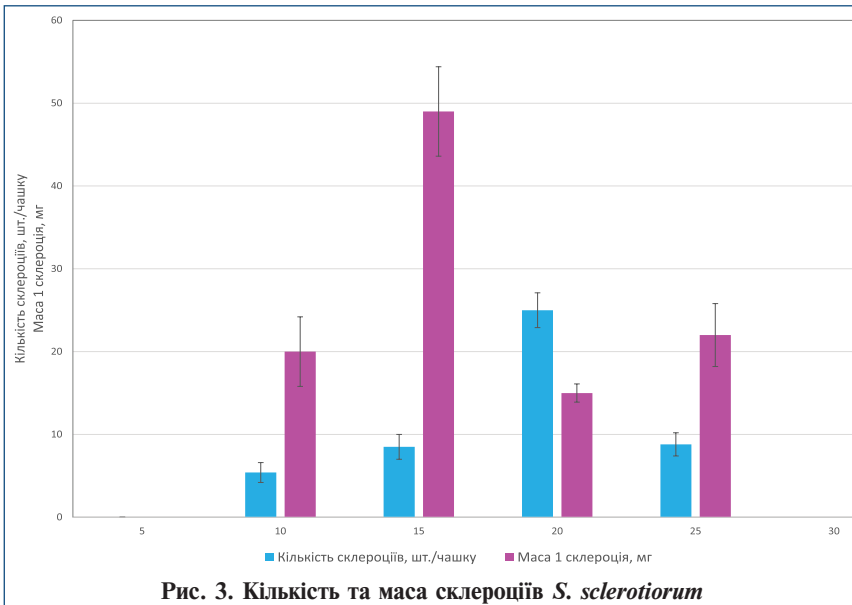
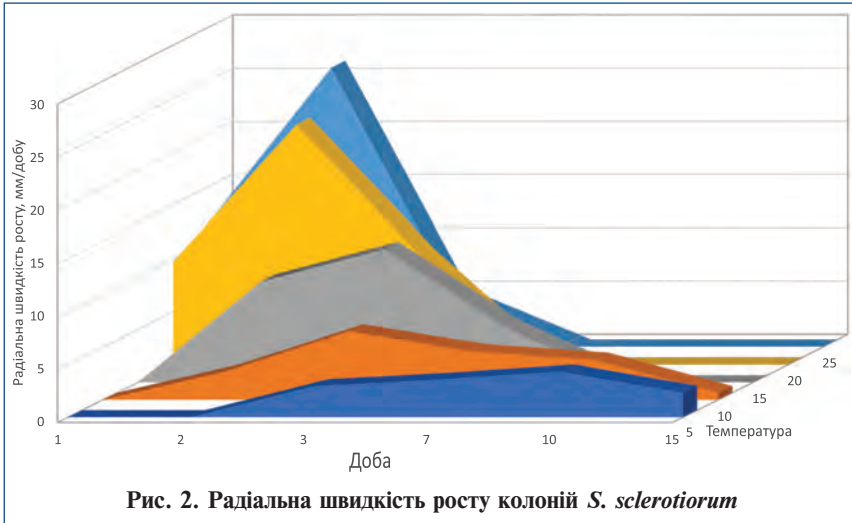
Для статистичної обробки даних використовували програми MS Excel та Statgraphics.

**Результати досліджень та обговорення.** Ріст збудника відбувався в діапазоні температур від 5 до 25°C (рис. 1). За температури 30°C розвитку колоній не спостерігали. Через добу після інокуляції діаметр колоній за температури 20–25°C становив 19,4–23,1 мм. За інших температур росту міцелію збудника ще не відбувалось. На варіантах, що витримувалися при 10 і 15°C, ріст колоній зафіксовано на другу добу, а за температури 5°C — на третю. Чітко простежувалася пряма залежність між розміром колоній та температурою в діапазоні від 5 до 25°C. Подальше її підвищення призводило до різкого зниження життєздатності збудника.

Радіальна швидкість росту найвищою була за температури 25°C і досягала свого максимуму на другу добу після інокуляції — 26,2 мм/добу. При зниженні температури до 20°C вона також була найвищою через 48 годин після початку дослідження, проте зменшувалась до 22,5 мм/добу. За нижчих температур радіальна швидкість росту значно знижувалась. За 10 та 15°C вона була вищою на третю добу, а за 10°C — на 10-ту (рис. 2).

Спостерігались також істотні відмінності щодо кількості та маси утворених склероціїв (рис. 3). Початок формування склероціїв фіксували за температури 20 та 25°C на третю добу експерименту. На цих варіантах світлі склероції спостерігали вже на сьому добу. За більш





низьких температур цей процес уповільнювався. За 15°C початок їх утворення відзначено на 7-му, а за 10°C — на 10-ту добу. Зрілі склероції були вже на 15-ту добу за температури 15, 20, 25°C, а за темпе-

ратури 10°C для їх формування було необхідно 21 добу. За найнижчої з досліджених температур (5°C) на 21-шу добу досліду спостерігали осередки формування склероціїв. Більші за розміром склероції формувались за температури 15°C. Як за підвищення так і за зниження температури вони утворювались меншими за масою.

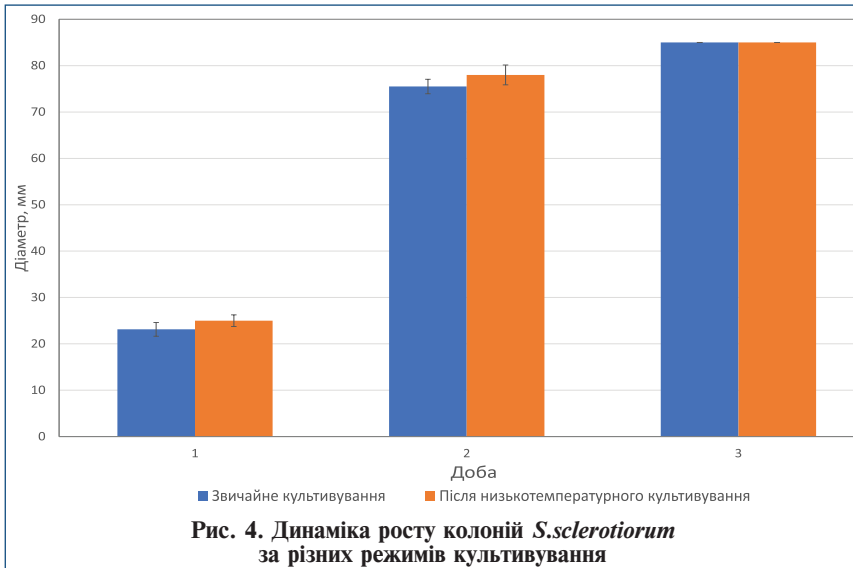
Отже, встановлено, що оптимальні умови для росту міцелію *S. sclerotiorum* за культивування на КГА складаються за температури 20—25°C. Це підтверджується дослідженнями інших вчених. Зокрема, Hossain et al [18] вказують, що найбільша швидкість росту міцелію відбувається за температури 25°C. Kalyankumar et al [19] та Prova et al [20] вважають температуру 20°C як найкращу для росту патогена та утворення склероціїв. За результатами досліджень австралійських вчених, ізоляти, зібрані з ріпаку в регіонах з прохолодним кліматом, досягли свого максимального темпу росту при 20°C, тоді як ті, що зібрані з більш теплих регіонів, швидше росли за 25°C [21]. За температури понад 30—32°C ріст міцелію сильно вповільнювався або ж взагалі припинявся [18—21]. Разом з тим, дослідження Yin et al [22] показує, що оптимальний температурний діапазон для *S. sclerotiorum* варіює від 15°C до 28°C, а при збільшенні її до 37°C ріст міцелію гальмується.

Для формування склероціїв за нашими даним найкращою виявилася температура 20°C, яка забезпечувала утворення найбільшої їх кількості, хоча вони й поступалися за розміром отриманим за вищих та нижчих температур. За результатами досліджень Chang et al. [23] та Chaudhary et al. [24] при оптимальній температурі для розвитку культури збудника формувалась більша кількість склероціїв меншого розміру.

Також досліджували вплив низькотемпературного культивування на подальший ріст культур збудника. Культивування за низьких температур може суттєво впливати на біологічні характеристики клітин та організмів, призводячи до змін у швидкості росту та життєздатності. Результати досліджень показали, що ріст міцелію ізолятів, які попередньо культивували за 5°C, відбувався практично з такою ж швидкістю, як і тих, які перед закладанням досліду вирощували за 25°C (рис. 4). Також істотних змін не зафіксовано й щодо утворення склероціїв. Необхідно зазначити, Jia et al. [17] вказують на те, що низька температура прискорювала ріст міцелію ізолятів *S. sclerotiorum*, використаних у дослідженні. За нашими даними, хоча після низькотемпературного культивування відбувався дещо швидший ріст міцелію, проте ця різниця не була статистично значимою.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що *S. sclerotiorum* здатний розвиватися в широкому діапазоні температур. В умовах *in vitro* вища швидкість росту забезпечувалась за температури 20—25°C.



Максимальна кількість склероціїв формувалася за температури 20°C, в той час як найбільші за масою утворювались за більш низької температури (15°).

Отже, для культивування *S. sclerotiorum* на КГА оптимальною температурою є 20°C. За таких умов відбувається як інтенсивний ріст міцелію так і утворення більшої кількості склероціїв.

Отримані результати можуть стати основою для удосконалення методів підготовки інфекційного матеріалу, який використовується для створення штучного інфекційного фону в фітопатологічних дослідженнях, а також для глибшого вивчення біологічних особливостей збудника в умовах змін клімату.

**Фінансування.** Дослідження виконували в рамках ПНД «Захист рослин», завдання 24.01.02.21.П «Еколого-біологічні особливості створення штучного інфекційного фону *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary».

**Конфлікт інтересів:** автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Jahan R., Siddique S.S., Jannat R., Hossain M.M. Cosmos white rot: First characterization, physiology, host range, disease resistance, and chemical control. J. Basic Microbiol. 2022. V. 62. P. 911-929. <https://doi.org/10.1002/jobm.202200098>

2. Zanatta T.P., Kulczynski S.M., Guterres C.W. et al. Morphological and Pathogenic Characterization of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Agricultural Science*. 2019. V. 11. P. 302-313. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v11n8p302>
3. Derbyshire M.C., Newman T.E., Khentry Y., Owolabi T.A. The evolutionary and molecular features of the broad-host-range plant pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*. *Mol. Plant Pathol.* 2022. V. 23. P. 1075-1090. <https://doi.org/10.1111/mpp.13221>
4. Ding L.N., Li T., Guo, X.J. et al. *Sclerotinia* stem rot resistance in rapeseed: Recent progress and future prospects. *J. Agric. Food Chem.* 2021. V. 69. P. 2965-2978. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.0c07351>
5. Hossain M.M., Sultana F., Li W. et al. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: Insights into the Pathogenomic Features of a Global Pathogen. *Cells*. 2023. V. 12. P. 1063. <https://doi.org/10.3390/cells12071063>
6. Кириченко В.В., Петренкова В.П., Черняева І.М. Захист соняшнику від хвороб і шкідників. Посібник українського хлібороба. 2009. С. 32-38.
7. Seco M.N. et al. *Sclerotinia*. In: Amaresan, N., Kumar, K. (eds) *Compendium of Phytopathogenic Microbes in Agro-Ecology*. Springer. Cham. 2025. P. 749-783. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-81770-0\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-031-81770-0_31)
8. Michael P.J., Rijal L.A., Bennett S.J. Temperature and isolate are important determinants of *Brassica napus* susceptibility to aggressive *Sclerotinia sclerotiorum* isolates. *Agronomy*. 2023 V.13. 1606. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061606>
9. Barbetti M.J., Banga S.S., Salisbury P.A. Challenges for crop production and management from pathogen biodiversity and diseases under current and future climate scenarios — Case study with oilseed Brassicas. *Field Crops Res.* 2012. V. 127. P. 225-240. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.11.021>
10. Clarkson J., Fawcett L., Anthony S., Young C. A Model for *Sclerotinia sclerotiorum* Infection and Disease Development in Lettuce, Based on the Effects of Temperature, Relative Humidity and Ascospore Density. *PloS one*. 2014. V. 9. e94049. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0094049>
11. Koch S., Dunker S., Kleinhenz B. et al. Crop loss-related forecasting model for *Sclerotinia* stem rot in winter oilseed rape. *Phytopathology*. 2007. V. 97. P. 1186-1194. <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-97-9-1186>
12. Lane D., Denton-Giles M., Derbyshire M., Kamphuis L. Abiotic conditions governing the myceliogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum* allowing the basal infection of *Brassica napus*. *Australasian Plant Pathology*. 2019. V.48. P. 1-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s13313-019-0613-0>
13. Foley M.E., Dođramacı M., West M., Underwood W.R. Environmental factors for germination of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia. *J Plant Pathol Microbiol*. 2016. V. 7. P. 379-383. <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7471.1000379>

14. Ayed F, Khiareddine H.J., Abdallah R.A.B., Remadi M.D. Effect of Temperatures and Culture Media on *Sclerotium rolfsii* Mycelial Growth, Sclerotial Formation and Germination. *J Plant Pathol Microbiol*. 2018. V. 9. 446. <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7471.1000446>
15. Faruk M.I., Rahman M.M.E. Collection, isolation and characterization of *Sclerotinia sclerotiorum*, an emerging fungal pathogen causing white mold disease. *J Plant Sci Phytopathol*. 2022. V. 6. P. 43-51. <https://doi.org/10.29328/journal.jpsp.1001073>
16. Véléz H., Gauchan D.P., García-Gil M.R. Taxol and  $\beta$ -tubulins from endophytic fungi isolated from the Himalayan Yew, *Taxus wallichiana* Zucc. *Front. Microbiol*. 2022. V. 13. 956855. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.956855>
17. Jia R., Li M., Zhang J. et al. Effect of Low Temperature Culture on the Biological Characteristics and Aggressiveness of *Sclerotinia Sclerotiorum* and *Sclerotinia Minor*. *OCL* 2021, V. 28. 20. <http://dx.doi.org/10.1051/ocl/2021002>
18. Hossain M.S., Khatun F., Islam M.M. Evaluation of suitable culture media, temperature and pH for maximum growth of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary causing White mold of rapeseed mustard. *Bangladesh J. Plant Pathol*. 2018. V. 34. N 1&2. P. 1-4.
19. Kalyankumar K., Sankaralingam A., Sevugapperumal N. Standardization of Culture Media and pH for the Rapid Growth of *Sclerotinia sclerotiorum* causing Head Rot Disease of Cabbage. *Advances in Life Sciences*. 2016. V. 5. N 22. P. 10659-10661.
20. Prova A., Hossain M., Islam S., Akanda M. Characterization of *Sclerotinia sclerotiorum*, an Emerging Fungal Pathogen Causing Blight in Hyacinth Bean (*Lablab purpureus*). *The Plant Pathology Journal*. 2018. V. 34. N 5. P. 367-380. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.02.2018.0028>
21. Uloth M., You M., Cawthray G., Barbetti M. Temperature adaptation in isolates of *Sclerotinia sclerotiorum* affects their ability to infect *Brassica carinata*. *Plant Pathology*. 2014. V. 64. N 5. P. 1140-1148. <https://doi.org/10.1111/ppa.12338>
22. Yin F., Song Z., Liu L. et al. *Sclerotinia* rot of *Zephyranthes candida* caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Sclerotinia minor*. *Front. Microbiol*. 2024. V. 15. 1414141. doi: 1 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1414141>
23. Chang S.-W., Lee H.-B., Kim S.-K. Effect of temperature on sclerotia formation and viability of *Sclerotinia sclerotiorum* causing sclerotiorum rot of *cryptotaenia japonica*. *Research in Plant Disease*. 2003. V. 9. N 1. P. 47-51. <https://doi.org/10.5423/RPD.2003.9.1.047>
24. Chaudhary C.S. Minnatullah M., Bharati V. et al. Physiological studies of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary causing stem rot of oilseed brassica. *International Web Conference «Perspective on Agricultural and Applied Sciences in COVID-19 scenario»*. 2020. P. 254.

**Shevchuk O.**, ORCID: 0000-0003-0954-1922

**Afanasieva O.**, ORCID: 0000-0002-2724-2080

**Kryvosheiev S.**, ORCID: 0009-0000-7921-4754

**Zlenko D.**, ORCID: 0009-0007-1450-5308

**Hryhorenko I.**, ORCID: 0009-0002-7709-8723

Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

### **Effect of temperature on *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de bary growth *in vitro***

**Goal** of this study was to determine the optimal temperature for mycelial growth and sclerotia formation of *Sclerotinia sclerotiorum*, the causal agent of white mold, under laboratory conditions when cultivated on potato dextrose agar (PDA). **Methods.** The research was conducted using laboratory, analytical, and statistical methods. The isolate used in the study was obtained from a sunflower head affected by white mold. Mycelial growth and sclerotia formation were studied across a temperature range of 5 to 30°C. **Results.** It was established that the pathogen develops within the temperature range of 5–25°C, at 30°C no mycelial growth was observed. The most intensive colony growth occurred at 25°C, whereas the highest number of sclerotia formed at 20°C. The greatest sclerotial mass was recorded at 15°C. Significant differences in colony growth rate and sclerotia formation were found depending on the incubation temperature. The highest radial growth rate was observed at 20–25°C, while the lowest was at 5°C. A clear inverse relationship between temperature and sclerotia development time was observed: as the temperature decreased, growth rate slowed and sclerotia formation was delayed. Cultivation at 20°C resulted in the highest number of sclerotia, while both higher and lower temperatures reduced their quantity. In contrast, sclerotial mass was highest at 15°C, with both increased and decreased temperatures resulting in smaller sclerotia. The effect of prior low-temperature cultivation (at 5°C) on subsequent growth was also studied. The results showed that brief exposure to low temperatures did not lead to significant changes in colony growth or sclerotia formation. **Conclusion.** *Sclerotinia sclerotiorum* is capable of developing within a temperature range of 5–25°C. The optimal temperature for cultivation on potato dextrose agar *in vitro* is 20°C, which ensures both intensive mycelial growth and the highest number of sclerotia. These findings can be used to improve protocols for producing infection material for artificial inoculation in phytopathological studies and for studying the pathogen's biology in the context of climate change.

**white mold; cultivation conditions; temperature; mycelial growth; sclerotia formation**

## REFERENCES

1. Jahan R., Siddique S.S., Jannat R., Hossain M.M. (2022). Cosmos white rot: First characterization, physiology, host range, disease resistance, and chemical control. *J. Basic Microbiol*, 62, 911-929. <https://doi.org/10.1002/jobm.202200098>
2. Zanatta T.P., Kulczynski S.M., Guterres C.W, Meira D., Eduardo L. Ceolin E.L., ... , Buffon P.A. (2019). Morphological and Patogenic Characterization of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Agricultural Science*, 11, 302-313. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v11n8p302>
3. Derbyshire M.C., Newman T.E., Khentry Y., Owolabi T.A. (2022). The evolutionary and molecular features of the broad-host-range plant pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*. *Mol. Plant Pathol.*, 23, 1075-1090. <https://doi.org/10.1111/mpp.13221>
4. Ding L.N., Li T., Guo X.J., Li M., Cao J., Xiao-Li Tan X.L. (2021). *Sclerotinia* stem rot resistance in rapeseed: Recent progress and future prospects. *J. Agric. Food Chem.*, 69, 2965-2978. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.0c07351>
5. Hossain M.M., Sultana F., Li W., Tran Lam-Son P., Mostofa M.G. (2023). *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: Insights into the Pathogenomic Features of a Global Pathogen. *Cells*. 12, 1063. <https://doi.org/10.3390/cells12071063>
6. Kyrychenko V. V., Petrenkova V.P., Cherniaieva I.M. 2009. Zakhyst soniashnyku vid khvorob i shkidnykiv. [Sunflower protection from diseases and pests]. Posibnyk ukrainskoho khliboroba. [Handbook for Ukrainian farmers], 32-38. (in Ukrainian).
7. Seco, M.N. et al. (Amaresan, N., Kumar, K. Eds.). (2025). *Sclerotinia*. Compendium of Phytopathogenic Microbes in Agro-Ecology. Springer, Cham, 749-783. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-81770-0\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-031-81770-0_31)
8. Michael P.J., Rijal L.A., Bennett S.J. (2023). Temperature and isolate are important determinants of *Brassica napus* susceptibility to aggressive *Sclerotinia sclerotiorum* isolates. *Agronomy*, 13:1606 <https://doi.org/10.3390/agronomy13061606>
9. Barbetti M.J., Banga S.S., Salisbury P.A. (2012). Challenges for crop production and management from pathogen biodiversity and diseases under current and future climate scenarios — Case study with oilseed Brassicas. *Field Crops Res*. 127, 225-240. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.11.021>
10. Clarkson J., Fawcett L., Anthony S., Young C. (2014). A Model for *Sclerotinia sclerotiorum* Infection and Disease Development in Lettuce, Based on the Effects of Temperature, Relative Humidity and Ascospore Density. *PloS one*, 9, e94049. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0094049>
11. Koch S., Dunker S., Kleinhenz B., Röhrig M., A. von Tiedemann. (2007). Crop loss-related forecasting model for *Sclerotinia* stem rot in winter oilseed rape. *Phytopathology*, 97: 1186-1194. <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-97-9-1186>

12. Lane D., Denton-Giles M., Derbyshire M., Kamphuis L. (2019). Abiotic conditions governing the myceliogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum* allowing the basal infection of *Brassica napus*. *Australasian Plant Pathology*, 48:1-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s13313-019-0613-0>
13. Foley M.E., Dođramacı M., West M., Underwood W.R. (2016). Environmental factors for germination of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia. *J Plant Pathol Microbiol*, 7:379-383. <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7471.1000379>
14. Ayed F., Khiareddine H.J., Abdallah R.A.B., Remadi M.D. (2018). Effect of Temperatures and Culture Media on *Sclerotium rolfsii* Mycelial Growth, Sclerotial Formation and Germination. *J Plant Pathol Microbiol*, 9:446. <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7471.1000446>
15. Faruk M.I., Rahman M.M.E. (2022). Collection, isolation and characterization of *Sclerotinia sclerotiorum*, an emerging fungal pathogen causing white mold disease. *J Plant Sci Phytopathol.*, 6: 043-051. <https://doi.org/10.29328/journal.jpssp.1001073>
16. Vélèz H., Gauchan D.P., García-Gil M.R. (2022). Taxol and  $\beta$ -tubulins from endophytic fungi isolated from the Himalayan Yew, *Taxus wallichiana* Zucc. *Front. Microbiol.*, 13:956855. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.956855>
17. Jia R., Li M., Zhang J., Mandela E. Addrach M.E., Zhao J. (2021). Effect of Low Temperature Culture on the Biological Characteristics and Aggressiveness of *Sclerotinia Sclerotiorum* and *Sclerotinia Minor*. *OCL*. 28, 20. <http://dx.doi.org/10.1051/ocl/2021002>
18. Hossain M.S., Khatun F., Islam M.M. (2018). Evaluation of suitable culture media, temperature and pH for maximum growth of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary causing White mold of rapeseed mustard. *Bangladesh J. Plant Pathol.*, 34 (1&2): 1-4.
19. Kalyankumar K., Sankaralingam A, Sevugapperumal N. (2016). Standardization of Culture Media and pH for the Rapid Growth of *Sclerotinia sclerotiorum* causing Head Rot Disease of Cabbage. *Advances in Life Sciences*, 5 (22), 10659-10661.
20. Prova A., Hossain M., Islam S., Akanda M. (2018). Characterization of *Sclerotinia sclerotiorum*, an Emerging Fungal Pathogen Causing Blight in Hyacinth Bean (*Lablab purpureus*). *The Plant Pathology Journal*, 34 (5), 367-380. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.02.2018.0028>
21. Uloth M., You M., Cawthray G., Barbetti M. (2014). Temperature adaptation in isolates of *Sclerotinia sclerotiorum* affects their ability to infect *Brassica carinata*. *Plant Pathology*, 64(5), 1140-1148. <https://doi.org/10.1111/ppa.12338>
22. Yin F., Song Z., Liu L., Liu L., Xu Q., Jiang J., ..., Liu M. (2024). *Sclerotinia* rot of *Zephyranthes candida* caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Sclerotinia minor*. *Front. Microbiol.*, 15, 1414141. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1414141>

23. Chang S.-W., Lee H.-B., Kim S.-K. (2003). Effect of temperature on sclerotia formation and viability of *Sclerotinia sclerotiorum* causing sclerotium rot of *cryptotaenia japonica*. *Research in Plant Disease*, 9 (1), 47-51. <https://doi.org/10.5423/RPD.2003.9.1.047>

24. Chaudhary C.S., Minnatullah M., Bharati V. et al. (2020). Physiological studies of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary causing stem rot of oilseed brassica. *International Web Conference «Perspective on Agricultural and Applied Sciences in COVID-19 scenario»*. P. 254.

**Надійшла до редакції:** 21.09.2025

**Прийнята до друку:** 03.10.2025

**Надруковано й опубліковано онлайн:** грудень 2025